



Title	タバコ種子の暗発芽性の遺伝学的研究 : 第1報ある交雑試験における種子の暗発芽性の遺伝行動
Author(s)	渡部, 信義; WATANABE, Nobuyoshi; 津田, 周彌 他
Citation	北海道大学農学部邦文紀要, 10(4), 354-358
Issue Date	1977-09-30
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/11901
Type	departmental bulletin paper
File Information	10(4)_p354-358.pdf



タバコ種子の暗発芽性の遺伝学的研究

第1報 ある交雑試験における種子の暗発芽性の遺伝行動

渡部信義・津田周彌・細川定治

(北海道大学農学部工芸作物学教室)

(昭和52年5月17日受理)

Genetic Studies on dark-germination in tobacco seeds

I. Genetic behavior of dark-germination in a cross, Kiriga-saku × Xanthi hybrid seeds

Nobuyoshi WATANABE, Chikahiro TSUDA
and Sadaji HOSOKAWA

(Laboratory of Industrial Crops, Faculty of Agriculture,
Hokkaido University, Sapporo, Japan)

(Received May 17, 1977)

緒言

FRANKLAND¹⁾が *Sinapis arvensis* の光発芽性における光への反応性の変異が遺伝的であると指摘しているように、植物種子の光発芽性の特性はまたフィトクロム系の反応性を示すこととあわせて、種子間に光反応性のさまざまな変異の存在が指摘される。これらは大部分、種子の生育環境によるものと推定されるが、基本的には遺伝的支配を受けているものと考えられる。つまりフィトクロム系と発芽性の遺伝機構とが何らかの関係があると考えられるわけである。さらに、特定の光環境に特異に反応する遺伝子型を同定し得れば、フィトクロム研究にも有力な情報を提供することになる。

タバコ種子の暗発芽性についても、その遺伝機構については HONING 以来、2, 3 の報告があり、タバコ種子

の光の有無にかかわらず発芽する性質である非要光性(暗発芽性)は要光性に対して劣性であると報告されている^{2,3,4,5)}。著者らも前報⁷⁾において、二面交雑の結果から同様の結論を得たが、さらに暗黒下での発芽と赤色光下での発芽には異った遺伝機構が働いている可能性のあることを指摘した。

本報告は、非要光性系統と要光性系統との間の交配の分離世代の結果を検討し暗黒下での発芽(暗発芽性)の遺伝様式を明らかにしようと試みたものである。

材料と方法

供試品種は在来種の桐ヶ作とオリエント種の Xanthi である。前者は要光性であり、後者は非要光性である。

供試された種子は1973年には予備的な交配を行ない、F₁ 種子の特定のものを観察し、Table 1 に示した過程に

Table 1. Histories of the materials used for germination tests

	Year				No. of lines of F ₃ or B ₁ F ₂
	1973 (s)	1974 (s)	1975 (w)	1975 (s)	
Kiriga-saku (K)	→	K	→	K	—
Xanthi (X)	→	X	→	X	—
K × X ¹⁾ (F ₁)	→	F ₁	→	F ₂	221
	→	F ₂	→	F ₁ × X (B ₁ F ₁)	115
	→	F ₂	→	F ₁ and F ₂	—

1) Reciprocal cross. 2) F₁, F₂, etc show the embryo generations.
abbreviation...s, summer; w, winter (harvest season)

よって、1975年夏季に親種子、 F_1 、 F_3 、 B_1F_1 、 B_1F_2 種子を得た。また、1973、1974、1975年の夏季にそれぞれ採種した。親、 F_1 、 F_2 種子について、年次によって暗発芽特性に差異があるかどうかの検定を行った。(1973年の場合には Table 1 に示したように F_2 種子は得られていない。)

発芽試験の培地としては0.7%の寒天液、シャーレには直径4.5 cm のものを用いた。発芽試験の手順としては、供試粒を播種床にほぼ均等になるように播き播種後すぐにアルミフイルドで包み、暗黒下の定温の25°Cに10日間置き、その後発芽率を測定した。

供試粒数は1区100粒とし、それぞれ2回以上の実験の反復をもうけた。なお実験は採種後3か月以内に行った。

F_2 個体の育成は所要の肥料を与えたプラスチック製の播種箱に12個体を養成することにより行った。

結 果

Table 2 に示した結果から明らかのように、桐ヶ作は1973年から、1975年迄の3年間にわたる暗黒下の発芽試験において、発芽率は常に0%を示し、Xanthi は常に90%以上を示した。また F_1 種子も発芽率は0%であり、この組合せにおいては、正逆間の差異は認められず、非発芽性暗発芽性は劣性であると明らかに認められた。

桐ヶ作や F_1 にみられた0%の発芽率が遮光によるものであり、不良種子によるものでないことは、未発芽種子に光を与えることによって、100%に近い発芽率を得

たこと (Table 2 の viability の項) によっても明らかである。つまり桐ヶ作種子の発芽の有無は光が決定因子として働いていると結論できる。

F_2 、 B_1F_1 ($F_1 \times$ Xanthi) 種子の暗発芽については、1974年、1975年の2カ年にわたり比較を行った。 F_2 および B_1F_1 種子には既に発芽性に関する分離があらわれている。暗発芽した種子は非発芽性の遺伝子型を示しているものと見做される。つまり、 F_2 と B_1F_1 の発芽率は、分離した遺伝子型の比そのものを示すと考えられる。

更に F_1 種子の発芽率が0%であることから推定して、暗発芽性は、劣性ホモ型の場合にのみ発現すると前提をたてれば、暗発芽性は質的な形質の表現として把握できよう。

この形質に1対の遺伝子が関与する場合は、 F_2 では、劣性ホモ型の頻度つまり発芽率は、試料の抽出誤差を見込んで $25.00 \pm 4.33\%$ 、また B_1F_1 では $50.00 \pm 5.00\%$ が期待され、2対の遺伝子による場合には、 F_2 では $6.25 \pm 2.42\%$ 、 B_1F_1 では $25.00 \pm 4.33\%$ が期待される。

F_2 種子の場合にも、相反交雑の差が認められず、またその発芽率も6.25%の期待発芽率に近似した結果を得た。しかし、発芽試験は、多くの研究者が指摘しているように、その結果が恒常的になることは極めて稀である。特に活力を失っている種子と遺伝子型との間に交互作用のある場合には、抽出誤差以上の誤差が含まれていることになり、以上の結果から直ちに2対の遺伝子が関与しているとは結論できない。そこで、遺伝子対数の実際の推定は、 F_3 および B_1F_2 種子の発芽試験によって行っ

Table 2. Percent seed germination of parents and their hybrids under the darkness

Lines	Year						
	1973		1974		1975		
	Germ.	Viability ¹⁾	Germ.	Viability	Germ.	Viability	
Kiriga-saku	0.0	96.5	0.0	98.5	0.0	99.7	
Xanthi	92.3	98.0	95.2	98.5	94.5	99.5	
(F_1)	$\left\{ \begin{array}{l} K \times X \\ X \times K \end{array} \right.$	0.0	95.5	0.0	97.5	0.0	100
	$\left\{ \begin{array}{l} K \times X^{2)} \\ X \times K \end{array} \right.$	—	—	5.0	98.0	7.2	98.5
(F_2)	$\left\{ \begin{array}{l} K \times X^{2)} \\ X \times K \end{array} \right.$	—	—	5.8	98.5	6.7	97.5

- 1) Viability was estimated by germination tests under the continuous light condition following the dark germination tests.
- 2) Not obtained the significant difference between the reciprocal crosses.
- 3) B_1F_1 seed germination rate; 21.8%
Xanthi was used as the recurrent parent in the backcross.

Table 3. Frequency distribution of germination rate in F_3 or B_1F_2 seeds under the darkness

Frequency of F_2 or B_1F_1 plants	Germination rate (%) of F_3 or B_1F_2 seeds										total	Goodness of fit
	0-10	10-20	20-30	30-40	40-50	50-60	60-70	70-80	80-90	90-100		
F_2 (11:4:1)	140	26	17	10	6	9	2	7	3	1		$\chi^2=4.527$
observed	166		42				13				221	d.f.=2
theoretical	151.94		55.25				13.81				221.00	.10 < p < .25
B_1F_1 (1:2:1)	24	8	20	19	17	4	12	7	3	1		$\chi^2=1.626$
observed	32		60				23				115	d.f.=2
theoretical	28.75		57.50				28.75				115.00	.50 < p < .75

B_1F_2 was the progeny of B_1F_1 seeds. Xanthi was used as the recurrent parent in the backcross.

た。これは F_2 または B_1F_1 世代において非要求性遺伝子型をホモに持つ個体が形成する F_3 または B_1F_2 種子の全ては、非要求性を示すはずであるということ为前提としている。

分離様相は Table 3 に示されている。

暗発芽性が質的な遺伝形質であり、これに2対の遺伝子(仮に Aa, Bb とする)が関与し、それらを劣性ホモ型に持つ種子が暗発芽性を示すものを仮定すれば、 F_2 個体のうち、劣性ホモ型の F_3 種子を生じる可能性のある個体の遺伝子型は $AaBb, Aabb, aaBb$ および $aabb$ であり、それらの頻度は、それぞれ 4/16, 2/16, 2/16, および 1/16 である。そしてそれぞれに生じる劣性ホモ型の頻度つまり暗所における発芽率は、それぞれ、6.25, 25.00, 25.00 および 100% となることが期待される。その他の合計 7/16 の頻度となる5遺伝子型、つまり $AABB, AABb, AaBB, AaBb$ および $aaBB$ に生じる種子の暗発芽率は0% となることが期待される。同様に B_1F_1 に期待される遺伝子型は $AaBb, Aabb, aaBb$ および $aabb$ であり、それらが 1:1:1:1 の頻度に出現する。そしてこれらの全ては劣性ホモ型の B_1F_2 種子を生じ得る。その期待割合、つまり暗所の発芽率の期待値はそれぞれ、6.25, 25.00, 25.00, および 100% となる。

いま期待される発芽率0 および 6.25% をもつべき F_2 もしくは、 B_1F_1 個体に生じる F_3, B_1F_2 種子の実際の発芽率の誤差の許容範囲を 0~20%, 25% の期待発芽率のそれを 20~60%, 100% の期待発芽率のそれを 60% 以上とすると、それらの期待頻度の比は F_2 世代では、11:4:1, B_1F_1 世代では 1:2:1 となる。Table 3 に示したように、それらの観察値との適合性の検定を行った結果、 F_2 では $0.10 < P < 0.25$, B_1F_1 では $0.50 < P < 0.75$ であった。

考 察

タバコ種子の暗発芽性の遺伝様式については、1957年すでに小河原⁵⁾がポリジーン支配によるものであるとして説明している。本実験においても F_2 世代の個体に生じる F_3 種子の発芽率の頻度分布、および B_1F_1 世代の個体に生じる B_1F_2 種子の発芽率の頻度分布がともに連続的である。しかし実験結果の項において述べたように、 F_1 種子は完全に光要求性を示し、暗発芽性は完全劣性である。また F_2 種子のうち暗発芽性種子の割合が、2重劣性において期待される 6.25% に近似した値を示した。更に著者らはこの組合せの F_2 個体からの種子の発芽率が 60~70%, 70~80%, 80~90% の各区からそれぞれ、1, 2 および 2 系統、つまり合計 5 系統の後代を得、これらが Xanthi と同様の発芽率を示すことから、これが劣性ホモ系統 ($aabb$) であると推定され、これらの系統の発芽特性が要求性に対して完全劣性の行動を示す結果を得ている(未発表)。

またこの形質を質的なものとして把握し、主働遺伝子支配によるものと考えたほうが、暗発芽性の生理的機構を研究する上にもより妥当であり得るものと思われる。 F_2 および B_1F_1 植物の生産する F_3 または B_1F_2 種子の暗所の発芽率の頻度分布を一見連続的にした原因については、種々考えられる。その一つは、勿論標本誤差である。さらに発芽試験における結果の恒常性維持についての困難さもあげられる。すなわち著者らの経験においても、完全な暗発芽性を示し、95% 以上の発芽率を示すべき品種がある場合には、さしたる原因が見当たらないのに 70% 程度の発芽率より示さぬ場合があった。さらに、暗発芽性と本来の発芽力との間に交互作用のある場合も考

慮すれば、観察された発芽率に相当大きな歪の存在することが考慮されるべきであろう。

しかし、これらの事情を勘案して Table 3 に示すような階級分割を行ない、一応の適合性を満足させることができ、暗発芽性を2重劣性の遺伝子支配によるものと説明したが、最終的な結論には、さらに詳細な研究を要するものと思われる。

前報⁷⁾ における暗発芽性と赤色光反応性の遺伝機構は異なるとする、F₁ 種子から導びかれた結果、および著者ら⁶⁾ の実験において Xanthi も高温 (35~40°C) 条件におくことによって、フィトクロムが介在する発芽反応を示すことを考え合わせると、暗発芽性においてもフィトクロム系が関与していることは推定され得る。

本報告で示した桐ヶ作と Xanthi の F₁ 種子の場合にも、赤色光と遠赤色光の光可逆性の存在することから、むしろ Xanthi にはフィトクロム系の介在する反応性の発現を抑制している因子が存在し、これが遺伝的支配をうけているものと考えることができよう。

野生の植物を栽培化するにあたって光発芽性は重要な考慮すべき因子である。タバコ種子の場合にも、栽培種 *Nicotiana tabacum* 以外にも *N. rustica*、また野生種では *N. trigonophylla*⁸⁾ には光発芽性が確認されている。

Xanthi の発芽特性である暗発芽性は小アジアの地質や気候および農業技術等々に適応した形質として選抜されて今日に至り、日本の在来種はその栽培条件下では、要光性の存否ということが重要な選抜の対象ではなかったのであろう。これらの点については、今後実験を重ねてゆく予定である。

摘 要

タバコ種子の暗発芽性の遺伝機構の基礎的知見を得るため、要光性の在来種である桐ヶ作と非要光性 (暗発芽性) 品種である Xanthi (オリエント種) との間の交配を行ない、後代を調査した。その結果から得られた知見は以下の如くである。

1. F₁ 種子の発芽性は試験期間の3カ年において暗黒下の発芽率が0%であり、要光性の優性が確認された。
2. F₂ および B₁F₁ 種子の暗発芽性については、遺伝的分離が示され、質的な形質として扱い得る。
3. F₃, B₁F₂ 種子の系統比から 11:4:1 および 1:2:1 の分離比が推定され、暗発芽に関与する遺伝子は2対の劣性重複遺伝子と推定された。
4. フィトクロム機構との関係や発芽性の進化のうえ

から、暗発芽性の意味について若干の論議を加えた。

引用文献

- 1) FRANKLAND, B. 1977: Phytochrome control of seed germination in relation to the light environment. Light and plant development (edited by H. Smith) pp 477-491, Butterworth, London.
- 2) HONING, J. A. 1926: The heredity of the need of light for germination in tobacco seeds. Proc. Kon. Akad. v. Wetensch. Amsterdam. **29**, 823-833.
- 3) ——— 1930: Nucleus and plasma in the heredity of the need of light for germination in *Nicotiana* seeds. *Genetica*, **12**, 441-468.
- 4) KASPERBAUER, M. J. 1968: Dark-germination of reciprocal hybrid seed from light-requiring and -indifferent *Nicotiana tabacum*. *Physiol. Plantarum*. **21**, 308-311.
- 5) 小河原公司 1957: 種子の光発芽に関する研究.
- 6) 渡部信義・津田周彌・細川定治 1976: タバコ種子の非要光型品種の発芽における光の効果. 日本育種学会北海道談話会報, **16**, 14.
- 7) 渡部信義・津田周彌・細川定治 1977: タバコ種子の光発芽性の二面交雑による遺伝的解析. 北大農学部邦文紀要, **10** (2), 139-146.
- 8) WELLS, P. V. 1959: Ecological significance of red light sensitivity in germination of tobacco seed. *Science*. **129**, 41-42.

Summary

An investigation on the genetic behavior of the dark-germination of tobacco seeds was conducted with a cross between a domestic cultivar in Japan, Kiriga-saku, and an oriental type cultivar, Xanthi. The former requires the light for seed germination and the latter can germinate under the dark condition. The reciprocal crosses between these varieties were made in three seasons since 1973. The cultivar, Xanthi was used as the recurrent parent in backcrosses.

The germination tests were made with the seeds of parental varieties, F₁, F₂, F₃, B₁F₁ and B₁F₂ under the dark condition at 25°C, and the viability of seeds was evaluated by succession of germination test under the light condition.

The results obtained can be summarized as follows; 1. None of F₁ hybrid seeds showed the ger-

mination under the dark condition. This result was confirmed to be constant with all of three F_1 's obtained in 3 years from 1973 to 1975 (Table 2). It suggests that the genetic behavior of dark-germination may be treated as "all or none character" and this property may be completely recessive to the light-requiring habit. 2. The germination rate of F_2 seeds under the dark condition ranged from 5.0 to 7.2 percent under dark condition (Table 2). The low germination rates of F_2 seeds were approximate to the theoretical value of 6.25 percent which is expected under the hypothesis that the dark-germination is controlled by double recessive homozygous genotype such as *aabb*. 3. Under the genetic hypothesis mentioned above, the germination rates of F_3 seeds produced by F_2 plants were expected to be classified into following 4 classes: 0.0, 6.25, 25.0 and 100.0 percent. The F_2 plants with dominant homozygous genotype at either one of two loci necessarily produce F_3 seeds with one dominant gene at least and, thus, these seeds can not germinate under dark condition. The expected frequency of these genotypes in F_2 plants is 7/16. The plants with double heterozygous genotype produce F_3 seeds of which expected germination rate is 6.25 percent, *i.e.* the expected frequency of double recessive homozygotes of F_3 seeds. The expected frequency of this genotype

in F_2 plants is 4/16. The F_2 plants with heterozygous genotype at one locus and recessive homozygous one at another locus (*Aabb* or *aaBb*) will produce F_3 seeds of which 25 percent can germinate under dark condition. The expected frequency of these genotypes is 4/16 in F_2 plants. The other one genotype, of F_1 plant, double recessive homozygote of which expected frequency is 1/16 in F_2 will produce F_3 seed of which all can germinate under dark condition. Similarly following frequency distribution of dark-germination in B_1F_1 plants is expected; plants with 6.25 percent of germination rate: with 25.0 percent: with 100 percent=1:2:1.

The observed frequency distributions of F_2 and B_1F_1 plants seemed to be continuous and disagree with the hypothesis mentioned above at a glance (Table 3). However, the classification of classes as shown in Table 3 satisfied tests for goodness of fit in both frequency distributions in these generations. This classification was made in consideration of sampling error, bias of germination rate in the past tests and the loss of viability of seeds with double recessive homozygous genotype.

Thus, the hypothesis that the double recessive homozygous genotype is responsible for the dark-germination may be tentatively justified, but the conclusive proposal will have to be postponed until further detailed investigations in future.